

# ESPECIFICACIÓN No. 0006

## CONCRETOS Y MORTEROS

### PART 1 GENERALIDADES

#### 6.01 ALCANCE DEL TRABAJO

- A. Este capítulo cubre los requisitos referentes a materiales, preparación, formaletas, transporte, colocación, fraguado, acabado y reparación de todo el concreto de cemento Pórtland que se va a usar en la construcción de las estructuras permanentes requeridas para la obra, y establece las normas para medida y pago de todas las construcciones de concreto, entre las cuales se incluyen:
1. Construcción de todo tipo de estructuras de concreto de acuerdo con los detalles mostrados en los planos que de deberá realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle.
  2. Construcción de cámaras para purgas, ventosas, bocas de acceso, canales y cunetas, etc.
  3. Construcción de cajas para interconexión de tuberías
  4. Construcción de la cama de concreto y de la protección en concreto para la tubería
  5. Construcción de soportes en concreto para la instalación en paso elevado de la tubería
  6. Rellenos en concreto para anclajes, atraques y protecciones de la tubería
- B. El Contratista deberá suministrar e instalar en todas las estructuras las partes metálicas que han de quedar embebidas, según se muestran en los planos que de deberá realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle.
- C. Los concreto preparados en obra, igual que los suministrados por Centrales de mezclas, deben cumplir con todos los requisitos de la presente especificación

#### 6.02 ENTREGABLES

- A. El Contratista entregará al CONTRATANTE los resultados de los ensayos en original y copia, realizados, si éste los solicitare.

#### 6.03 ESTANDARES DE REFERENCIA

- A. Asociación Colombiana de ingeniería sísmica
1. NSR-10 – Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.
  2. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS - 2000
- B. American Concrete Institute (ACI)

1. ACI 350.1-01 - Pruebas de estanqueidad de ingeniería ambiental para estructuras en hormigón y observaciones.

## 6.04 CONCRETOS

### A. Normatividad

1. A menos que se especifique algo diferente, los materiales, dosificación, mezcla, transporte, colocación y curado; los ensayos de resistencia y durabilidad; las formaletas, juntas, refuerzos y en general, todo lo relacionado con la elaboración y colocación de concreto simple, ciclópeo o reforzado, debe cumplir con los requisitos y las especificaciones, normas e indicaciones contenidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías INVIAS en su versión 2007 o la versión que se encuentre vigente al momento de la firma del Contrato. Adicionalmente, se tendrán en cuenta la normatividad dentro del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y el ACI, American Concrete Institute, de acuerdo a sus siglas en Inglés, específicamente el documento ACI350-06 “Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary.
2. Todos los materiales y métodos de preparación y colocación del concreto estarán sujetos a la aprobación del CONTRATANTE. Antes de iniciar la construcción, el Contratista deberá presentar para la aprobación del CONTRATANTE las muestras de los materiales, el diseño de las mezclas, los certificados sobre productos elaborados, los detalles y toda la información relacionada con la elaboración y colocación del concreto que solicite el CONTRATANTE.
3. A menos que se especifique algo diferente, los ensayos de los materiales empleados en la preparación del concreto, así como los ensayos del concreto preparado, serán llevados a cabo por el Contratista y los presentará para ser aprobados por el CONTRATANTE.
4. El Contratista entregará al CONTRATANTE los resultados de los ensayos en original y copia, realizados, si éste los solicitare.

### B. Diseño de las Mezclas de Concreto

1. La responsabilidad del diseño de las mezclas de concreto que se usen en la obra dependerá por completo del Contratista y se hará para cada clase de concreto solicitado en estas especificaciones y con los materiales que haya aceptado el CONTRATANTE con base en ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y revisiones, deberán ser sometidos a la aprobación previa del CONTRATANTE. La aprobación del diseño de las mezclas por parte del CONTRATANTE, no exime al Contratista de la responsabilidad de preparar y colocar el concreto de acuerdo con las normas especificadas.

### C. Ensayos de Resistencia del Concreto

Los ensayos de resistencia a la compresión, a que se sometan las muestras suministradas por el Contratista, serán realizados por el Contratista, con los siguientes propósitos:

1. Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por el Contratista, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran.

2. Establecer un criterio que permita la aceptación del concreto colocado en la obra.

Para los anteriores propósitos se efectuarán los ensayos de Consistencia y Compresión según lo definido en el Artículo 630-07 de las Normas INVIAS.

## 6.05 PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

### A. Composición

El concreto estará compuesto por cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos aprobados, bien mezclados, hasta obtener la consistencia especificada. En general, las proporciones de los ingredientes del concreto se establecerán con el criterio de producir un concreto que tenga adecuada plasticidad, resistencia, densidad, impermeabilidad, durabilidad, textura superficial, apariencia y buen acabado, sin necesidad de usar una excesiva cantidad de cemento.

El Contratista preparará las diferentes clases de concreto que se requieran, de acuerdo con lo especificado en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1**, además de cualquier otra mezcla que ordene el CONTRATANTE. Las mezclas de concreto se dosificarán por peso y su diseño se basará en la mínima relación agua-cemento necesaria para satisfacer los requisitos de resistencia, pero en ningún caso la relación w/c será máximo al 0.45 en peso. El contenido de agua será el mínimo que permita colocar apropiadamente el concreto.

**Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1****

### **CLASES DE CONCRETO Y TAMAÑOS MÁXIMOS DE LOS AGREGADOS**

Resistencia de Diseño a los 28 días – f'c			Tamaño Máximo de agregados	
Clase	kg /cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	mm	pg
AA	350	5.000	19	¾
AB	315	4.500	19	¾
AC	280	4.000	19	¾
AD	245	3.500	19	¾
B	210	3.000	19	¾
C	210	3.000	25	1
D	175	2.500	25	1
E	140	2.000	25	1
F	105 (Pobre)	1.500	25	1
G	Ciclópeo			

El concreto para tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto deberá tener una resistencia mínima especificada del concreto a la compresión f'c de 28 MPa. Estas estructuras de concreto de ingeniería ambiental se definen como estructuras de almacenamiento, flujo y

tratamiento de líquidos y otros materiales afines tales como residuos sólidos; lo anterior de acuerdo a lo contenido en el capítulo C.23 de la NSR-10. Igualmente la relación Agua/Material cementante (A/C) debe ser máximo 0,45. El material cementante presente en las mezclas de concreto para estos tipos de estructuras se debe tomar de la siguiente tabla.

**Tabla** ;Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..2

**CONTENIDO MÍNIMO DE MATERIALES CEMENTANTES**

Tamaño Máximo del agregado Mm	Tamiz que pasa el agregado grueso según NTC 174 (ASTM C 33)	Contenido mínimo de materiales cementantes (kg/m <sup>3</sup> )
38	467	320
25	57	330
20	67	350
13	7	360
10	8	370

- B. El concreto ciclópeo (Clase G) consistirá en una mezcla de piedras grandes y concreto Clase D, en una relación de 40% de piedra y 60% de concreto simple y se usará donde lo indiquen los que deberá realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle.
- C. Las piedras para este concreto ciclópeo deberán ser de 15 a 30 cm (media zonga), de calidad aprobada, sólida y libre de segregaciones, fracturas, grietas y otros defectos estructurales o imperfecciones. Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el concreto.
- D. Los agregados utilizados para las mezclas del concreto podrán ser gravas trituradas o cantos rodados, se podrán utilizar indistintamente, de acuerdo a las facilidades de consecución de los mismos ya sea en cantera o en río; se recomienda en lo posible utilizar el proveniente de gravas trituradas.
- E. Las piedras se colocarán cuidadosamente, sin dejarlas caer ni arrojarlas para evitar que se ocasionen daños a las formaletas o a la mampostería adyacente. Todas las piedras deberán lavarse y saturarse con agua antes de su colocación. El volumen total de las piedras no deberá ser mayor de un tercio del volumen total de la parte de la obra en que sean colocadas.
- F. La toma de muestras y las pruebas de resistencia a la compresión entre otros serán por cuenta del Contratista y no habrá medida ni pago por separado. El Interventor podrá solicitar los registros y datos de las muestras cuando lo considere conveniente y exigirá los resultados de resistencia de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones y lo indicado en los planos de construcción. No se aceptarán estructuras con resistencias inferiores a las especificadas para lo cual la Interventoría y el Contratante tomarán la decisión sobre la aceptación o no de los elementos estructurales que componen la obra.
- G. La frecuencia de la toma de muestras y su procedimiento se hará de acuerdo a lo requerido y lo determinado por las normas definidas en esta especificación; la Interventoría exigirá la frecuencia de toma de muestras al Contratista según lo estipulado y lo recomendado y al volumen de concreto que requieren los diferentes elementos de la estructura en particular.

#### 6.06 TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

- A. Sin limitar en ninguna forma el derecho que tiene el CONTRATANTE de especificar el tamaño del agregado que deberá usarse en cualquier parte de la obra, se estima que los tamaños máximos del agregado no excederán los tamaños estipulados en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..1.**

#### 6.07 CONSISTENCIA

- A. La cantidad de agua que se use en el concreto deberá ser la mínima necesaria para obtener una consistencia tal que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera y que cuando se someta a la vibración adecuada fluya alrededor del acero de refuerzo. La cantidad de agua libre que se añada a la mezcla será regulada por el Contratista, con el fin de compensar cualquier variación en el contenido de agua de los agregados a medida que éstos entran a la mezcladora. En ningún caso podrá aumentarse la relación agua / cemento aprobada por el CONTRATANTE. No se permitirá la adición de agua para contrarrestar el fraguado inicial del concreto que hubiera podido presentarse antes de su colocación; este concreto endurecido no deberá utilizarse en ninguna parte de las obras aquí contempladas y deberá ser removido y transportado a las zonas de desecho aprobadas por el CONTRATANTE, por y a cuenta del Contratista.

#### 6.08 MATERIALES

- A. El Contratista suministrará todos los materiales que se requieran en la elaboración del concreto, según se especifica más adelante y notificará al CONTRATANTE con 30 días de anticipación, en cuanto al uso de cualquier material en las mezclas de concreto. No deberá efectuarse ningún cambio respecto de la fuente de los materiales o de las características de los mismos, sin que medie la aprobación previa y por escrito del CONTRATANTE.
- B. Cuando cualquier material, por cualquier razón, se haya deteriorado, dañado o contaminado y, en opinión del CONTRATANTE no deba usarse en la elaboración de ninguna clase de concreto, ese material deberá ser removido, retirado y reemplazado por cuenta del Contratista.
- C. Todo el cemento que se use en la preparación del concreto deberá ser de buena calidad, procedente de una fábrica aprobada por el CONTRATANTE y deberá cumplir mínimo con los requisitos para el cemento Portland Tipo I.
- D. El agua que se vaya a usar en las mezclas de concreto deberá someterse a la aprobación del CONTRATANTE y deberá ser limpia, fresca y estar exenta de impurezas, tales como aceite, ácido, álcalis, cloro, sales, sedimentos, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.
- E. Agregados
  1. Los agregados deberán cumplir con lo estipulado en la Norma INV 630-07.
  2. El empleo de los agregados para el concreto y el mortero de las fuentes de arena y grava aprobadas por el CONTRATANTE, no significa una aprobación tácita por parte del CONTRATANTE de todos los materiales que se obtengan de las respectivas fuentes. El Contratista será responsable por la producción de agregados de la calidad especificada en esta sección, para la elaboración del concreto.

3. Por lo menos 30 días antes de que se inicie la explotación de los materiales para la producción de los agregados, el Contratista deberá notificar al CONTRATANTE acerca del sitio del cual se propone obtener dichos materiales y deberá suministrar y transportar las muestras requeridas por el CONTRATANTE para que ésta pueda determinar si los materiales propuestos son adecuados para la producción de agregados para concreto y para que apruebe su uso en el caso de que lo sean.
4. Toda fuente de material aprobada por el CONTRATANTE para la producción de agregados para el concreto, deberá explotarse de tal manera que permita producir agregados cuyas características estén de acuerdo con las normas establecidas en estas especificaciones.
5. Por lo menos 30 días antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto, éste deberá someter a la aprobación del CONTRATANTE, muestras representativas de cada uno de los agregados que se propone utilizar. El suministro de estas muestras no será objeto de pago adicional.
6. El Contratista hará los ensayos y demás investigaciones que sean necesarias para determinar, de acuerdo con la Norma INV-630-07, si la fuente propuesta permite producir agregados que cumplan esas especificaciones y las someterá a aprobación del CONTRATANTE.
7. El agregado se someterá a ensayos de peso específico, absorción, abrasión en la máquina de Los Ángeles, inalterabilidad en términos de sulfato de magnesio y de sulfato de sodio, reacción álcali-agregado, impurezas orgánicas, y cualquier otro ensayo que se requieran para demostrar que los materiales propuestos son adecuados para producir un concreto de calidad aceptable.

#### F. Agregado Fino

Por agregado fino deberá entenderse aquel cuyo tamaño máximo sea igual a 4.8 mm y mínimo, aquel para el cual el 97% del material debe quedar retenido en el tamiz # 200. El agregado fino deberá ser arena natural, arena elaborada, o una combinación de arenas naturales y elaboradas. La arena consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias; deberá estar bien lavada, tamizada, clasificada y mezclada, según se requiera para producir un agregado fino aceptable que cumpla con los requisitos establecidos en la Norma INV-630-07.

#### G. Agregado Grueso

Por agregado grueso deberá entenderse aquel agregado bien gradado compuesto de partículas entre 4,8 mm y el tamaño máximo permitido por la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 1 o cualquier tamaño o grupo de tamaños entre estos límites. El agregado grueso consistirá en partículas duras, fuertes, durables y limpias, obtenidas de grava natural o triturada o de una combinación de ambas y deberá estar exento de partículas alargadas o blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

El agregado grueso deberá ser tamizado, lavado, clasificado y sometido a los procesos que se requieran para obtener un material aceptable; este agregado se suministrará y almacenará en dos grupos de tamaños, los cuales deberán estar dentro de los límites especificados en la.

**Tabla** ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..3

Tamaño del Tamiz (US. Std.) Malla Cuadrada	Malla Cuadrada Orificios del Tamiz en mm	GRUPOS POR TAMAÑOS Porcentajes en Peso que Pasa por los tamices Individuales	
		4.8 mm a 19 mm	19 mm a 38 mm
2"	51	--	100
1 1/2"	38	--	90 – 100
1"	25	100	20 – 55
¾"	19	90 - 100	0 – 15
3/8"	10	20 - 55	0 – 5
No. 4	4.8	0 - 10	--

#### 6.09 ADITIVOS

- A. El Contratista podrá usar cualquier producto aprobado, siempre y cuando cumpla con los requisitos de estas especificaciones.
- B. Cuando se especifique el empleo de aditivos éstos serán incorporados a la mezcla de concreto en la cantidad especificada con una variación no mayor del 5% y deberán cumplir los requisitos contenidos en la Norma INV 630-07. No se usarán aditivos para reemplazar el cemento.
- C. A menos que el producto propuesto tenga antecedentes de reconocida eficacia, el Contratista deberá suministrar una muestra de 5 kg para ensayos. El Contratista deberá suministrar también datos certificados sobre ensayos en los que se indiquen los resultados del uso de los aditivos y su efecto en la resistencia de concreto con edades hasta de un año, y con gamas de temperatura inicial entre 10° y 32° C. La aceptación previa de los aditivos no eximirá al Contratista de la responsabilidad de suministrar productos que cumplan con los requisitos especificados. Los aditivos que se suministren durante la construcción deberán tener las mismas características que aquellos que se hayan utilizado para ensayos.
- D. El costo de las operaciones de medida, mezcla y aplicación de los aditivos deberá incluirse en el precio unitario cotizado para el concreto.
- E. Al Contratista se le reembolsará el valor de los aditivos que ordene el CONTRATANTE al precio real de suministro en el sitio donde éstos se utilicen, con excepción de los impermeabilizantes para concretos en contacto con agua, los cuales se pagarán de acuerdo con lo establecido en la sección “Medida y pago” de este capítulo.
- F. No se hará ningún pago separado por aditivos que el Contratista use para su propia conveniencia, sin que hayan sido requeridos por el CONTRATANTE, aunque ésta haya aprobado el uso de tales aditivos.
- G. Dosificación

1. El Contratista suministrará, operará y mantendrá el equipo adecuado aprobado por el CONTRATANTE para la dosificación del concreto.
2. Las cantidades de cemento, arena, agregado y los aditivos que se requieran para cada una de las dosificaciones del concreto se determinarán por peso, y la cantidad de agua y de aditivos líquidos se determinará por peso o en medidas volumétricas. El Contratista deberá regular los pesos de las dosificaciones según se requiera para mantener el asentamiento y peso unitario del concreto dentro de los límites requeridos.
3. El contenido de agua de los agregados fino y grueso en el momento de la dosificación, no deberá exceder de 8% y 2%, respectivamente.
4. La proporción de la mezcla agua cemento, debe dosificarse de tal manera que la relación agua cemento no exceda de 0,45.
5. Se ajustarán o cambiarán las proporciones de mezcla de concreto, según lo requiera el CONTRATANTE y se compensará cualquier variación en el contenido de agua del agregado.
6. Las variaciones del suministro en peso no excederán los límites especificados en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4**.

**Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..4**  
**VARIACIÓN PERMISIBLE EN LOS PESOS DE LOS MATERIALES**

Material	Variación Permisible
Agua, cemento y aditivos	± 1%
Agregado Fino	± 2%
Agregado Grueso	± 2%

7. El equipo de pesaje deberá contar con su respectivo Certificado de control de calidad que garantice la exactitud en las medidas, manteniéndose siempre dentro del 0.5% en todo el rango de uso después de su última calibración.
8. Los aditivos se colocarán en la mezcladora de acuerdo con las recomendaciones del suministrador y las instrucciones del CONTRATANTE.

#### H. MEZCLA

1. Las mezcladoras serán del tipo y tamaño, adecuados para producir un concreto que tenga composición y consistencia uniforme al final de cada ciclo de mezclado. Cada mezcladora deberá estar diseñada en forma tal que los materiales de cada cochada entren sin que haya pérdidas y que el descargue del concreto ya mezclado se realice perfecta y libremente en tolvas húmedas o en cualquier otro recipiente aprobado por el CONTRATANTE.
2. A menos que el CONTRATANTE permita algo diferente, el concreto debe mezclarse por medios mecánicos en plantas centrales y en mezcladoras diseñadas para cochadas mínimas de 0.35 m<sup>3</sup> de capacidad. Las mezcladoras no deberán sobrecargarse.
3. Para los casos en los que es imposible llevar el concreto premezclado desde una central de mezclas, el CONTRATISTA podrá realizar la mezcla en sitio, con previa aprobación del diseño de mezcla por parte del CONTRATANTE.

## I. Operación de Mezclado

1. Los materiales para cada cochada del concreto deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, a excepción del agua, que se verterá primero y que se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren a la mezcladora, y que continuará fluyendo por un corto período adicional después de que los últimos materiales sólidos hayan entrado a la mezcladora. Todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado.
2. Cuando se añadan aditivos, éstos deben entrar a la mezcladora simultáneamente con el agua de mezcla. En caso de utilizar aditivos inclusores de aire con el fin de impermeabilizar integralmente los concretos, se deben diluir previamente en el agua de acuerdo con las indicaciones del CONTRATANTE, después de lo cual se podrán entrar en la mezcladora simultáneamente con el agua de la mezcla.
3. Los tiempos de mezclado variarán dependiendo de las recomendaciones del fabricante del equipo utilizado, no obstante se tomará como tiempo mínimo el necesario para que el tambor complete veinte revoluciones completas debiendo acatarse como requisito indispensable para su aprobación lo estipulado en la Norma INV 630-07.
4. En las mezcladoras de hasta 0.75 m<sup>3</sup> de capacidad, la operación de mezclado deberá continuar durante un período mínimo de 60 s después de que todos los materiales, incluyendo el agua, hayan entrado a la mezcladora. En las mezcladoras de mayor capacidad, este tiempo mínimo deberá aumentarse en 20 s por cada 0.50 m<sup>3</sup> adicionales de capacidad, o proporcionalmente para fracciones de 0.5 m<sup>3</sup>. El CONTRATANTE se reservará el derecho de aumentar el tiempo de mezcla si las operaciones de mezclado no permiten producir un concreto que tenga una composición y consistencia uniformes, de acuerdo con estas especificaciones. En ningún caso el tiempo de mezcla deberá ser superior a tres veces el tiempo mínimo de mezcla especificado y no se permitirá mezclado excesivo que requiera la adición de agua para mantener la consistencia requerida.
5. Las mezcladoras deberán estar diseñadas en tal forma que la operación de mezclado pueda interrumpirse y reanudarse con capacidad completa de materiales. Cada cochada deberá descargarse completamente de la mezcladora antes de proceder al mezclado de la siguiente.
6. La primera cochada de los materiales colocados en la mezcladora al iniciar cada operación de mezclado, deberá contener un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor y sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla.
7. Cada mezcladora deberá limpiarse después de cada período de operación continua y deberá mantenerse en condiciones que no perjudiquen la operación del mezclado.

### 6.10 CONCRETO DE CENTRALES DE MEZCLAS

- A. En la construcción de las obras de concreto podrán usarse concretos provenientes de una central de mezclas de reconocido prestigio y cumplimiento que previamente haya sido aprobada por el CONTRATANTE. Los concretos suministrados por centrales de mezclas deberán cumplir con todas las especificaciones prescritas en este Capítulo. Dentro de una misma estructura no se permitirá emplear concretos provenientes de diferentes plantas, ni utilizar cemento o aditivos de marcas distintas.

## B. Formaletas

1. El Contratista suministrará e instalará todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto de acuerdo con las líneas mostradas en los planos que de deberá realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle. Las formaletas deberán instalarse y mantenerse dentro de los límites indicados en los planos con el fin de asegurar que el concreto permanezca dentro de dichos límites. El concreto que exceda los límites establecidos deberá ser corregido o demolido y reemplazado por y a cuenta del Contratista, según se especifica en la Sección “Reparación del concreto deteriorado o defectuoso” de este Capítulo.
2. Por lo menos 30 días antes de iniciar la construcción de las formaletas para cualquier estructura, el Contratista deberá someter a la aprobación del CONTRATANTE, planos que muestren los detalles de las formaletas propuestas y los métodos de soporte de las mismas. La aprobación por parte del CONTRATANTE no eximirá al Contratista de su responsabilidad respecto de la seguridad y calidad de la obra.
3. Las formaletas y la obra falsa deberán ser lo suficientemente fuertes para soportar todas las cargas a que vayan a estar sujetas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y vibración del concreto. Todas las formaletas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero del concreto. Dichas formaletas y andamios deberán permanecer rígidamente en sus posiciones desde el momento en que se comience el vaciado del concreto hasta cuando éste haya fraguado lo suficiente para sostenerse por sí mismo.
4. A menos que se especifique algo diferente, se colocarán bocales de dos por dos centímetros en las esquinas de las formaletas, con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente. Los ángulos y bordes internos de tales superficies no requerirán bocales a menos que éstos se indiquen en los planos.
5. Los límites de tolerancia para el concreto, especificados en la Sección correspondiente a “Tolerancias” de este Capítulo y las irregularidades de las superficies permitidas en la Sección “Acabados”, no constituyen límites para la construcción de formaletas o límites dentro de los cuales se puedan utilizar formaletas defectuosas. Las tolerancias se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes. Se prohibirán los procedimientos y materiales que en opinión del CONTRATANTE den origen a irregularidades que puedan evitarse, aunque ellas estén dentro de los límites especificados.
6. Las formaletas deberán diseñarse de tal manera que permitan depositar el concreto en su posición final y que la inspección, revisión y limpieza del concreto puedan cumplirse sin demora. El Contratista deberá proveer ventanas con bisagras, o secciones removibles en las formaletas, para facilitar la inspección requerida; dichas ventanas y secciones deberán estar perfectamente enmarcadas y ajustadas para que coincidan con las líneas y pendientes mostradas en los planos.
7. Los elementos metálicos embebidos que se utilicen para sostener las formaletas, deberán permanecer embebidos y estar localizados a una distancia no menor de 5 cm de cualquier

superficie que esté expuesta al agua y de 2.5 cm de cualquiera otra superficie, pero dicha separación no deberá ser menor de 2 veces el diámetro del amarre.

8. Los materiales empleados para fabricar las formaletas de madera y las formaletas metálicas, deberán ser como se especifica en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5**.

**Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5 MATERIALES PARA FORMALETAS**

Acabado de la Superficie Encofrada	Formaletas de Madera	Formaletas Metálicas
F1	Entablado de madera común de buena calidad.	Se permitirán láminas o recubrimiento de acero.
F2	Entibado para construcción de superficie o madera laminada.	Se permitirán láminas de acero. No se permitirá recubrimiento de acero, a menos que lo apruebe el CONTRATANTE.
F3	Madera de listón machihembrado o madera laminada.	No se permiten láminas de acero ni recubrimiento de acero.

9. Las láminas de acero indicadas en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..5** se refieren a platinas de acero que no tengan soportes de madera. El recubrimiento de acero indicado se refiere a láminas delgadas de acero soportadas por un respaldo de tablas de madera.
10. La información respecto al tipo de acabado de la superficie encofrada (F1, F2 y F3), se puede observar en este capítulo en un numeral más adelante con el mismo nombre.
11. En el momento de la colocación del concreto, las superficies de las formaletas deberán estar libres de mortero, lechada o cualquier otra sustancia extraña que pueda contaminar el concreto o que no permita obtener los acabados especificados para las superficies. Antes de colocar el concreto, las superficies de las formaletas deberán cubrirse con una capa de aceite comercial, o de un producto especial que evite la adherencia y que no manche la superficie del concreto. Deberá tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o el producto penetre en el concreto que vaya a estar en contacto con una nueva colada.
12. A menos que se indique algo diferente, una misma formaleta sólo podrá usarse de nuevo después de que haya sido sometida a limpieza y reparación adecuadas, siempre y cuando el CONTRATANTE considere que dicha formaleta permitirá obtener los acabados requeridos para el concreto. No se permitirá reparar con láminas metálicas las formaletas de madera.
13. En todas las juntas de construcción se deberán fijar listones de madera de un tamaño mínimo de 5 x 5 cm en la superficie interna de las formaletas, con el fin de obtener una junta uniforme en la superficie expuesta del concreto así como un listón triangular de 2 x 2 cm marcando la junta. Durante la colocación, la superficie de la mezcla deberá quedar

ligeramente por encima de la superficie inferior de dichos listones en forma que se obtenga un borde liso en la cara expuesta del concreto.

14. El Contratista deberá usar formaletas para las superficies del concreto cuyas pendientes sean superiores a 15° respecto de la horizontal. Para las superficies con pendientes entre 15 y 30°; estas formaletas serán elementos prefabricados de fácil remoción. Una vez que el concreto haya fraguado lo suficiente, en forma que no haya posibilidad de corrimiento del mismo, se retirarán las formaletas y se aplicarán los acabados que se especifican en la Sección “Acabados” para superficies no formaleteadas.

#### 6.11 JUNTAS EN EL CONCRETO

- A. Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios mostrados en los planos que de debera realizar este en la ejecucion de la ingenieria de detalle. El Contratista no deberá introducir juntas adicionales o modificar el diseño o la localización de las juntas mostradas en los planos o aprobadas por el CONTRATANTE, sin la previa aprobación por escrito de éste último. En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente.
- B. El concreto en las superficies de las juntas deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación, y no se permitirá el tráfico de equipos sobre el nuevo concreto hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente para que dicho tráfico pueda realizarse sin causar daño alguno. Se dejarán llaves en las juntas de acuerdo con lo indicado en los planos que de debera realizar el contratista en la ejecucion de la ingenieria de detalle.
- C. No se permitirán en ningún caso juntas frías. En el caso que el equipo sufra daños o que, por cualquiera otra razón, se interrumpa la colocación continua de la mezcla, el Contratista deberá consolidar el concreto mientras se encuentre en estado plástico y conformar una superficie con pendiente uniforme y estable. Si las operaciones no se reanudan dentro de un período de una hora después de dicha interrupción, se deberá suspender la colocación de concreto a menos que el CONTRATANTE indique algo diferente, hasta cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para que su superficie pueda convertirse en una junta de construcción, según se indica en el Artículo “Juntas de Construcción”. Antes de reanudar la colocación de la mezcla, la superficie del concreto deberá prepararse y tratarse según se especifica para juntas de construcción en el Artículo “Preparación para la colocación” de este Capítulo.
- D. Juntas de Construcción
  1. Además de las juntas de construcción mostradas en los planos, el Contratista someterá a la aprobación del CONTRATANTE, la localización de las demás juntas de construcción con base en el programa de vaciado del concreto, para lo cual deberá seguir lo indicado en la Norma INV-630-07.
  2. Para evitar bordes en ángulo agudo, las juntas de construcción horizontales que se intercepten con superficies inclinadas expuestas deberán inclinarse por lo menos 15 centímetros antes de las superficies expuestas, de manera que el ángulo formado por la junta y la superficie expuesta no sea inferior a 50°.
  3. Antes de colocar concreto nuevo sobre o contra una junta de construcción, la superficie de la junta deberá limpiarse y tratarse de acuerdo con lo especificado en las Sección “Preparación para la colocación” de este Capítulo.

4. Cuando así se indique en los planos o lo determine el CONTRATANTE, en las juntas de construcción se colocará un sello hidráulico de cinta de PVC, o resinas epóxicas que garanticen adherencia entre concretos de diferentes edades.

#### E. Juntas de Contracción

1. Las juntas de contracción mostradas en los planos se construirán encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la misma junta. A menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del concreto en uno de los lados de la junta deberá recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la junta.

#### F. Juntas de Dilatación

1. Las juntas de dilatación con llenante deberán construirse de acuerdo con lo indicado en los planos suministrados por el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle u ordenado por el CONTRATANTE. Cuando las juntas de dilatación se construyan para obtener superficies que se deslicen una contra otra, se deberá aplicar a una de dichas superficies una capa de material plástico que evite la adherencia.

#### G. Preparación para la colocación

1. Por lo menos 48 horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista deberá notificar por escrito al CONTRATANTE el sitio donde proyecta realizar la colocación del concreto con el fin de darle suficiente tiempo para verificar y aprobar dicha colocación. No se podrá colocar concreto en ningún sitio hasta tanto el CONTRATANTE no haya inspeccionado y aprobado la formaleta, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que quedarán en contacto con el concreto que se vaya a colocar en dicho sitio. El CONTRATANTE establecerá procedimientos para revisar y aprobar cada sitio antes de la colocación del concreto y el Contratista deberá acatar dichos procedimientos.
2. No se permitirá la instalación de formaletas, ni la colocación de concreto en ninguna sección de una estructura, mientras no se haya terminado en su totalidad la excavación para dicha sección, incluyendo la limpieza final y remoción de soportes hasta más allá de los límites de la sección, de manera que las excavaciones posteriores no interfieran o afecten la formaleta, el concreto o las fundaciones sobre las cuales el concreto vaya a estar colocado o en contacto.
3. Sin la previa autorización del CONTRATANTE no se podrá colocar concreto bajo agua. Se evitará por todos los medios que el agua lave, se mezcle o se infiltre dentro del concreto.
4. Todas las superficies sobre o contra las cuales se coloque el concreto, incluyendo las superficies de las juntas de construcción entre colocaciones sucesivas de concreto, así como el refuerzo, las partes embebidas y las superficies de roca, deberán estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, mortero o lechada, partículas sueltas u otras sustancias perjudiciales. La limpieza incluirá el lavado por medio de chorros de agua

y aire a presión, excepto para superficies del suelo o excavaciones en las que este método no será obligatorio. Las fundaciones en suelo no rocoso y contra las cuales se coloque el concreto, se humedecerán completamente para que no absorban el agua del concreto recién colocado.

5. Antes de la construcción de cualquier estructura en concreto, deberá colocarse una capa de concreto pobre (clase F) de 5 cm de espesor.

#### 6.12 TRANSPORTE

- A. El concreto deberá transportarse de las plantas mezcladoras al sitio de colocación final utilizando medios que eviten la segregación, pérdida o adición de materiales y que aseguren que la diferencia máxima en el asentamiento de muestras de concreto tomadas en la planta mezcladora y en los encofrados no exceda de 2.5 cm. El concreto deberá protegerse contra la intemperie durante su transporte.
- B. Sin la aprobación del CONTRATANTE, el Contratista no podrá transportar el concreto por medio de sistemas de bombeo cuando la distancia de acarreo sea mayor a 100 m.
- C. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias mayores de 600 m, el transporte se hará en camiones mezcladores o en su defecto, se mezclará de nuevo inmediatamente antes de su colocación, siguiendo métodos aprobados por el CONTRATANTE. Cuando se usen camiones mezcladores para el transporte del concreto, cada mezcladora deberá tener en un lugar visible una placa metálica en la que se indiquen los diferentes usos para los cuales se ha diseñado, la capacidad del tambor en términos del volumen del concreto mezclado y la velocidad de rotación del tambor o de las cuchillas. Cada mezcladora deberá estar provista de un instrumento que marque el número de revoluciones del tambor o de las cuchillas.

#### 6.13 COLOCACIÓN

- A. La colocación del concreto deberá realizarse solamente en presencia del CONTRATANTE excepto en determinados sitios específicos previamente aprobados por el mismo. El concreto no se colocará bajo la lluvia sin permiso del CONTRATANTE. Dicho permiso se dará solamente cuando el Contratista suministre cubiertas que en opinión del CONTRATANTE sean adecuadas para la protección del concreto durante su colocación y hasta cuando éste haya finalizado su proceso de fraguado inicial.
- B. El concreto se depositará lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de los vibradores.
- C. Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de concreto que se deposite, para evitar así que éste salpique, o que se produzca segregación cuando el concreto caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra la formaleta o el refuerzo. No se permitirá que el concreto caiga libremente desde alturas mayores de 0.5 m, sin la previa aprobación del CONTRATANTE.
- D. A menos de que se especifique algo diferente, el concreto deberá colocarse en capas continuas horizontales cuya profundidad no exceda de 0.5 m. El CONTRATANTE podrá exigir profundidades aún menores cuando lo estime conveniente, si las considera necesarias para la adecuada realización del trabajo.

- E. Cada capa de concreto deberá consolidarse hasta obtener la mayor densidad posible, deberá quedar exenta de huecos y cavidades causados por el agregado grueso, y deberá llenar completamente todos los espacios de los encofrados y adherirse completamente a la superficie de los elementos embebidos. No se colocarán nuevas capas de concreto mientras que las anteriores no se hayan consolidado completamente según lo especificado, ni tampoco deberán colocarse después de que la capa anterior haya empezado a fraguar con el fin de evitar daños al concreto recién colocado y la formación de juntas frías.
- F. No deberá usarse concreto al que se le haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Todo concreto que haya fraguado hasta tal punto de que no se pueda garantizar su manejabilidad y que por sí mismo no mantenga la fluidez necesaria para colocarse será desechado.
- G. El Contratista deberá tener especial cuidado de no mover los extremos del refuerzo que sobresalgan del concreto por lo menos durante 24 horas después de que el concreto se haya colocado.

#### 6.14 CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO

- A. El concreto se consolidará mediante vibración hasta obtener la mayor densidad posible de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire y que cubra completamente las superficies de los encofrados y materiales embebidos. Durante la consolidación de cada capa de concreto, el vibrador deberá operarse a intervalos regulares y frecuentes y en posición vertical. La cabeza del vibrador deberá penetrar profundamente dentro del concreto para someter de nuevo a vibración las capas subyacentes. La capa superior de cada colocación deberá someterse de nuevo a vibraciones sistemáticas para que el concreto mantenga su plasticidad. No se deben colocar nuevas capas de concreto mientras las capas anteriores no hayan sido sometidas a las operaciones especificadas. Deberá tenerse cuidado de que la cabeza vibradora no quede en contacto con los encofrados o con los elementos metálicos embebidos para evitar que éstos puedan dañarse o desplazarse. La consolidación del concreto deberá llevarse a cabo con vibradores eléctricos de inmersión o de tipo neumático, que tengan suficiente potencia y capacidad para consolidar el concreto en forma efectiva y rápida. Los vibradores de inmersión deben operarse a velocidades de por lo menos 7.000 rpm cuando se sumerjan en el concreto.
- B. La primera capa sobre una junta de construcción deberá vibrarse en toda su profundidad con una distribución de penetración que asegure la consolidación total del nuevo concreto en la junta.
- C. Al compactar la superficie de un vaciado de concreto, las partículas más gruesas del agregado que estén quedando localizadas en la superficie deberán embeberse completamente dentro del concreto. No deberán usarse vibradores de superficie o "puddlers". Se evitará la aplicación de vibración excesiva en la parte superficial del concreto.
- D. Cuando se utilice una guía, el concreto deberá colocarse antes que la guía y consolidarse con vibradores internos para lograr un llenado completo de concreto por debajo de la guía; además, su velocidad de avance deberá ajustarse de tal forma que no queden espacios vacíos por movimientos rápidos de ella, según lo requiera el CONTRATANTE.

#### 6.15 REMOCIÓN DE ENCOFRADOS

- A. Los encofrados no deberán removerse sin previa autorización del CONTRATANTE. Con el fin de que el curado y la reparación de las imperfecciones de la superficie se realicen a la mayor brevedad posible, los encofrados generalmente deberán removerse tan pronto como el concreto

haya fraguado lo suficiente como para no sufrir deformaciones o desprendimientos, con lo cual se evitará cualquier daño al quitarlos.

- B. Los encofrados deberán removerse de tal forma que no se ocasionen roturas, desgarraduras, peladuras, o cualquier otro daño al concreto. Si se hace necesario acuñar los encofrados del concreto que se hayan aflojado, deberán usarse solamente cuñas de madera. Los encofrados y la obra falsa sólo se podrán retirar cuando el concreto haya obtenido la resistencia suficiente para sostener su propio peso y el peso de cualquier carga superpuesta, siempre y cuando la remoción no cause al concreto ningún daño.
- C. Para evitar esfuerzos excesivos en el concreto, debidos a expansión o deformaciones de los encofrados, las formaletas de madera para las aberturas de los muros deberán removerse tan pronto como sea posible sin causar daño al concreto; para facilitar dicha operación, los encofrados deben construirse en forma especial.
- D. Previa aprobación del CONTRATANTE el Contratista podrá dejar permanentemente en su sitio los encofrados para superficies de concreto que no queden expuestas a la vista después de terminada la obra y que estén tan cerca de superficies excavadas que sean difíciles de remover.
- E. La aprobación dada por el CONTRATANTE para la remoción de los encofrados no exime en ninguna forma al Contratista de la obligación que tiene de llevar a cabo dicha operación únicamente cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para evitar así toda clase de daños; el Contratista deberá reparar por su propia cuenta, y a satisfacción del CONTRATANTE cualquier daño causado al remover los encofrados.
- F. Con respecto a los tiempos de remoción de las formaletas o encofrados, se deberá tener en cuenta que podrán variar según el tipo de formaleta, del tipo de elemento de la estructura así sea viga, columna o muro en particular y si el concreto a ser fundido contiene o no acelerantes de fraguado, por lo tanto no se podrá establecer una norma al respecto.

#### 6.16 CURADO DEL CONCRETO

- A. A menos que se especifique algo diferente, el concreto deberá curarse siguiendo lo expuesto en la Norma INV-630-07. Adicionalmente se deberán mantener sus superficies permanentemente húmedas, según se especifica en el Artículo “Curado con Agua” de esta Sección; el curado con agua se hará durante un período de por lo menos 7 días después de la colocación del concreto, o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto. El CONTRATANTE podrá aprobar métodos alternativos propuestos por el Contratista.
- B. Por lo menos 30 días antes de usar métodos de curado diferentes al curado con agua, el Contratista deberá notificar e informar al CONTRATANTE al respecto. El equipo y los materiales para curado deberán estar disponibles en el sitio de la obra antes de iniciar la colocación del concreto.

#### 6.17 CURADO CON AGUA

Cuando se emplee agua para curar superficies de concreto se hará cubriendo dichas superficies con un tejido de yute saturado de agua, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por el CONTRATANTE que conserve húmedas continuamente, y no periódicamente, las superficies que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado lo suficiente hasta el final del período de curado especificado.

## 6.18 TOLERANCIAS

- A. Las irregularidades admisibles en las superficies del concreto, para los distintos acabados que se especifican en la Sección “Acabados” de este Capítulo, deberán distinguirse de las tolerancias, las cuales se definen como las variaciones permisibles en el concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos que de deberá realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle u ordenadas por el CONTRATANTE. El objeto de esta sección es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones. El Contratista deberá instalar y mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.
- B. Con sujeción a lo especificado en la Sección “Acabados” de este Capítulo, y a menos que los planos o el CONTRATANTE indiquen algo diferente, las desviaciones de las líneas de las estructuras de concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos serán las que se establecen a continuación.
- C. Tolerancias Generales

Excepto cuando se especifique algo diferente, las tolerancias para todas las estructuras serán como se muestra en la Tabla **¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6**.

**Tabla ¡Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento..6**

### TOLERANCIAS PERMITIDAS

No.	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	TOLERANCIA
1	Variación del contorno lineal construido con respecto a la posición establecida en la planta del proyecto	En 3 m En 6 m En 12 m ó más	5 mm 10 mm 20 mm
2	Variación con respecto a la vertical, a planos inclinados y a las superficies curvas de las estructuras, incluyendo las líneas y superficies de muros y juntas verticales	En 3 m En 6 m En 12 m ó más	5 mm 10 mm 20 mm
3	Lo mismo que el No. 2 pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos	En 3 m En 6 m En 12 m ó más	25 mm 40 mm 75 mm
4	Variaciones con respecto a los niveles y pendientes indicados en los planos del proyecto.	En 3 m En 10 m	5 mm 15 mm
5	Lo mismo que el No. 4 pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos	En 3 m En 10 m	10 mm 30 mm
6	Variaciones en las dimensiones de las secciones transversales de columnas, vigas, contrafuertes, estribos y similares		-5 mm +15 mm
7	Desviación en el espesor requerido de losas, muros y similares		-5 mm +15 mm
8	Diferencia en alineamiento entre las superficies de concreto y elementos embebidos		1,5 mm
9	Variación en las dimensiones de aberturas encofradas		5 mm

## 6.19 ACABADOS

Las tolerancias admisibles para el concreto, indicadas en los planos o especificadas en el subcapítulo denominado “Tolerancias”, se diferenciarán de las irregularidades superficiales, de acuerdo con lo que se describe a continuación:

A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualquier otro defecto o irregularidad, y deberán así mismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente especificado en esta Sección o indicado en los planos.

Los acabados de las superficies de concreto deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo, en presencia del CONTRATANTE.

A menos que los planos o el CONTRATANTE indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes de aproximadamente medio centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes en más de una dirección con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine el CONTRATANTE.

### A. Acabados de Superficies Encofradas

Los acabados de las superficies del concreto encofrado se designan por el F1, F2 y F3, según se indica a continuación:

#### B. Acabado F1

Se aplica a las superficies encofradas sobre o junto a las cuales se colocará material de relleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaletas, aparte de la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores.

#### C. Acabado F2

Se aplica a las superficies encofradas que no queden permanentemente expuestas, para las cuales no se especifique el acabado F3. Este acabado será de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte de la reparación del concreto defectuoso, el llenado de huecos y la reducción de las irregularidades para que éstas no excedan de 10 mm.

#### D. Acabado F3

Se aplica a las superficies encofradas expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior es de especial importancia a juicio de él CONTRATANTE. Una vez terminada la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deberán ser de apariencia y textura uniformes. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 5 mm. Además de la reparación del concreto defectuoso y de la remoción de rebabas, salientes y de otras irregularidades, este acabado incluirá, si el CONTRATANTE lo considera necesario, el frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros de aire.

### E. Acabados de Superficies No Encofradas

Los acabados de las superficies no encofradas se designan por U1, U2 y U3, según se especifica más adelante. Las superficies no encofradas que no se designen por uno de estos símbolos, no requerirán tratamiento especial aparte de la consolidación hasta las líneas regulares, para obtener drenaje adecuado de acuerdo con lo especificado.

F. Acabado U1 - Acabado con Regla Emparejadora

Se aplica a las superficies no encofradas que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en nivelar y emparejar el concreto para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de diez milímetros.

G. Acabado U2 - Acabado con Llana de Madera

Se aplica a las superficies no encofradas permanentemente expuestas, que no requieran el acabado U3. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las irregularidades de las superficies no excedan de 5 mm, así como en el alisado con llana de madera. El alisado deberá iniciarse tan pronto como la superficie haya fraguado suficientemente, y deberá aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

H. Acabado U3 - Acabado con Palustre Metálico

Se aplica a las superficies no encofradas, donde se requiere un alineamiento exacto. Las superficies deberán ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio, según lo indiquen los planos que de deba realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle o lo requiera el CONTRATANTE. La superficie deberá recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya fraguado lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico deberá hacerse aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme y libre de manchas y marcas.

I. Reparación del concreto deteriorado o defectuoso

El Contratista deberá reparar, remover y reemplazar el concreto deteriorado o defectuoso, según lo requiera el CONTRATANTE y deberá corregir todas las imperfecciones del concreto, en la medida que sea necesario.

Las reparaciones del concreto deberán hacerse inmediatamente después que el CONTRATANTE haya inspeccionado la localización e indicado por escrito los procedimientos para estas reparaciones. No deberán llevarse a cabo reparaciones mientras el CONTRATANTE no haya inspeccionado la localización de las reparaciones propuestas.

Cualquier reparación que el Contratista ejecute sin la previa inspección y aprobación de los procedimientos particulares por parte del CONTRATANTE, deberá ser removida y ejecutada de nuevo a satisfacción del CONTRATANTE y a costo del Contratista.

Toda la mano de obra, planta y materiales incluidos los aditivos, requeridos en la reparación del concreto serán suministrados por y a cuenta del Contratista.

## 6.20 MATERIALES PARA LA REPARACIÓN DEL CONCRETO

El concreto defectuoso, así como el concreto que por exceso de irregularidades superficiales deba ser demolido y reconstruido adecuadamente, se retirará del sitio de la obra y se reemplazará con concreto, mortero o resinas epóxicas, según lo exija el CONTRATANTE.

## 6.21 CONCRETO DE SEGUNDA ETAPA

- A. Se colocará concreto de segunda etapa para embeber los elementos metálicos, tal como se muestra en los planos o lo indique el CONTRATANTE.
- B. Las juntas de construcción sobre o contra las cuales se vaya a colocar el concreto, deberán prepararse según se especifica en la sección de Juntas en el Concreto. Los elementos metálicos que vayan a quedar embebidos deberán limpiarse y sostenerse a satisfacción del CONTRATANTE. El Contratista deberá mantener dichos elementos metálicos bien alineados y en posición correcta, dentro de las tolerancias especificadas, antes y después de colocar el concreto, y deberá corregir, por cuenta suya y con prontitud, cualquier elemento metálico que esté desalineado.

## 6.22 PREFABRICADOS DE CONCRETO

- A. Los elementos prefabricados que se muestran en los planos y los demás que el CONTRATANTE ordene construir, se fabricarán de acuerdo con las normas aplicables del Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes y las indicadas en el presente Capítulo. Los cilindros de muestras se curarán en las mismas condiciones que los elementos fabricados con el concreto que representan. El concreto utilizado para los prefabricados será clase AC o B de acuerdo con lo indicado en los planos.

## 6.23 ALMACENAMIENTO Y COLOCACIÓN

Los elementos prefabricados de concreto deberán ser fabricados, curados y almacenados en soportes adecuados que impidan su deformación. No deberán moverse antes de que el concreto haya alcanzado tal resistencia que se puedan manejar sin dañarlos.

Los elementos deberán ser colocados cuidadosamente en su posición final sin sobre esforzarlos, ni someterlos a esfuerzos de naturaleza distinta a la prevista en su diseño.

## 6.24 CONCRETO PARA ANCLAJES

- A. Las características de los materiales, el diseño de las mezclas, la colocación y curado del concreto, etc., se regirán por las normas estipuladas en el presente Capítulo.

### 1. Resistencia del Concreto

La resistencia a la compresión del concreto para anclajes deberá ser, como mínimo, de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad. El tamaño máximo del agregado del concreto para anclajes será de 1 1/2". Para anclajes de tubería de alcantarillado se puede utilizar concreto simple clase D.

### 2. Ensayos

El Contratista deberá suministrar muestras de concreto tomadas en el terreno, para determinar su consistencia y resistencia. Se fundirán probetas para someterlas al ensayo de resistencia a la flexión y compresión. Las muestras deberán moldearse y curarse de acuerdo con la Norma INV E-402-07. Los moldes para tales probetas serán suministrados por el Contratista.

### 3. Construcción

Los anclajes en concreto se colocarán entre los elementos que se quieren fijar y el terreno natural firme, la localización y dimensiones típicas de los anclajes se indican en los planos o se definirán en obra por el CONTRATANTE, salvo indicación contraria, los concretos se colocarán en forma tal que las uniones de los tubos y accesorios sean accesibles y permitan reparaciones; la colocación de los mismos dependerá del tipo de accesorio y de la resistencia y características del suelo.

## 6.25 CONCRETO PARA PAVIMENTOS

A. Las características de los materiales, el diseño de las mezclas, la colocación y curado del concreto, etc., se regirán por las normas estipuladas en el presente Capítulo. Además de las disposiciones aquí especificadas, se cumplirán las contenidas en el Artículo 500 “Construcción de Pavimento de Concreto Hidráulico” de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS en su versión 2007 o la que se encuentre vigente al momento de la firma del Contrato.

### 1. Resistencia del Concreto

La resistencia a la flexión (módulo de rotura) del concreto para el pavimento deberá ser, como mínimo, de 43 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad. El tamaño máximo del agregado del concreto para pavimentos será de una pulgada (1”).

### 2. Ensayos

El Contratista deberá suministrar muestras de concreto tomadas en el terreno, para determinar su consistencia y resistencia. Se fundirán viguetas para someterlas al ensayo de flexión. Las muestras deberán moldearse y curarse de acuerdo con la Norma INV E-402-07. Los moldes para tales viguetas serán suministrados por el Contratista.

### 3. Juntas

Para pavimentos nuevos se deberán proveer juntas según los detalles indicados en los planos; para la reconstrucción de pavimentos existentes se deberán colocar juntas (incluyendo llaves y cuñas) iguales a las existentes en el pavimento retirado.

Las juntas de expansión y contracción deberán ser rectas y continuas, de borde a borde del pavimento. Las juntas de construcción estarán provistas de llaves o cuñas localizadas a la mitad del espesor de la losa. Si así se requiere, las juntas de construcción o de contracción deberán terminarse con una ranura en la parte superior. En el concreto terminado, las llaves deberán ser continuas a través de toda la junta de construcción.

### 4. Dovelas

En donde lo indiquen los planos o en los sitios donde existían en el pavimento retirado, deberán colocarse dovelas o espigos para transmisión de esfuerzos. La porción de cada varilla que debe moverse dentro del concreto, deberá pintarse con una capa de pintura anticorrosiva y la porción pintada deberá limpiarse y cubrirse con una película de aceite lubricante antes de fundir el concreto.

## 6.26 SELLOS PARA JUNTAS

### A. Alcance

Esta sección cubre los requisitos referentes al suministro e instalación de sellos de acero y de polivinilo en las juntas de las estructuras de concreto, de acuerdo con lo mostrado en los planos o según lo indique el CONTRATANTE.

### B. Sellos de Acero

El Contratista suministrará e instalará sellos de acero donde lo muestren los planos o lo indique el CONTRATANTE. Estos sellos serán de 3/16" de espesor y 20 cm de ancho, y deberán cumplir con los requisitos de la norma ASTM A-366.

### C. Sellos con Cinta de PVC

El Contratista suministrará e instalará sellos con cinta de PVC en las juntas de las estructuras de concreto, según lo indiquen los planos o lo ordene el CONTRATANTE.

Se usarán sellos con cinta de PVC de las dimensiones especificadas en los planos o detalles, de calidad y diseño similares a los fabricados por Sika o equivalentes a los producidos por "Water Seals, Inc., Chicago U.S.A."

### D. Instalación de Sellos

Las uniones y empalmes de los sellos se harán con las piezas de conexión correspondientes, soldando o pegando los sellos de acuerdo con las instrucciones que los fabricantes especifican.

Los espacios comprendidos entre sellos con cinta de PVC y sellos metálicos, al traslaparlos, se llenarán con Colma Fix Gel de Sika o cualquier compuesto similar.

Antes de colocarse en su posición final, los sellos deberán estar libres de suciedad, aceite o cualquier otra materia extraña. Los sellos deberán asegurarse firmemente en las posiciones indicadas en los planos, por medio de sujetadores u otros soportes embebidos en el concreto. No se permitirá que los sujetadores o soportes penetren dentro del sello una distancia superior a 15 mm, medida desde los bordes exteriores.

### E. Material llenante de las Juntas de Concreto

En todas las juntas de construcción se deberá dejar un bisel cóncavo, tal como se muestra en los planos. Aquellas juntas que correspondan a superficie en contacto con el agua, de estructuras estancas, deberán llenarse con SIKAFLEX 1A o similar, el cual deberá colocarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

En las juntas entre los cimientos de equipos y losas de piso adyacentes, las juntas de construcción deberán llenarse con IGAS NEGRO de SIKA o similar, el cual deberá colocarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

#### 6.27 MORTEROS

- A. Donde lo indiquen los planos que de deba realizar el contratista en la ejecución de la ingeniería de detalle o el CONTRATANTE lo requiera, se harán protecciones con morteros compuestos por una mezcla de cemento y arena en proporción 1:4. El espesor del mortero será de 2 cm. En el caso que la superficie que recibe el mortero sea el terreno natural, se debe garantizar que la superficie esté libre de material suelto o flojo, polvo, barro o cualquier otro material objetable; las operaciones de limpieza se deberán llevar a cabo de tal manera que se evite aflojar, agrietar o fragmentar la superficie que va a recibir el mortero. Siempre que se apliquen morteros sobre las excavaciones en corte abierto o sobre taludes se deberá instalar filtros o lloraderos para lograr un drenaje adecuado, estos tubos se colocarán de tal forma que exista un tubo por cada metro cuadrado; el costo de este tipo de filtros o lloraderos deberá estar incluido en el costo por metro cuadrado del mortero.
- B. El cemento, la arena y el agua que se empleen en la mezcla para la fabricación de los morteros deberán cumplir con lo indicado para estos materiales en el numeral correspondiente a “Agregados” y “Agua” de esta Especificación.